



⑮ BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**
⑩ **DE 195 34 137 A 1**

⑤ Int. Cl.⁸:
F 16 K 7/12
F 16 K 25/00

⑳ Aktenzeichen: 195 34 137.6
㉑ Anmeldetag: 14. 9. 95
㉒ Offenlegungstag: 20. 3. 97

DE 195 34 137 A 1

⑦① Anmelder:
Technische Universität Ilmenau, 98693 Ilmenau, DE

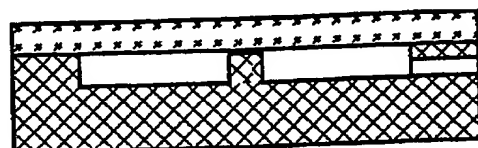
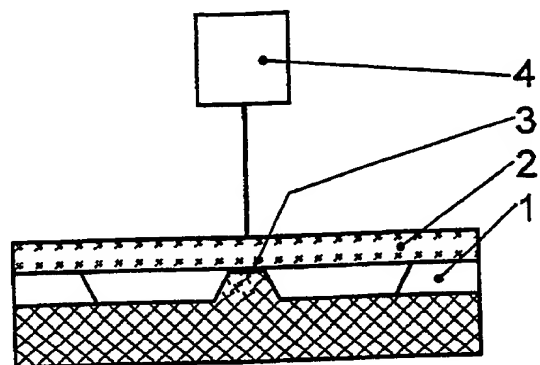
⑦② Erfinder:
Burgold, Jörg, 98704 Gräfinau-Angstedt, DE;
Dressler, Lothar, 98693 Ilmenau, DE; Fischer,
Michael, 98693 Ilmenau, DE; Gerlach, Torsten, 98693
Ilmenau, DE

⑤⑥ Für die Beurteilung der Patentfähigkeit
in Betracht zu ziehende Druckschriften:

DE	44 00 315 C1
DE	38 14 150 A1
DE	36 21 332 A1
US	50 85 562
US	49 43 032
US	48 58 883
US	45 38 642
WO	95 07 425 A1
JP	60-1 59 387 A

⑤④ Mikro-Ventilanordnung

⑤⑦ Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde ein Mikroventil zu schaffen, das von einer Waferseite her definiert und somit durch einseitige Bearbeitung des Wafers herstellbar ist.
Die Aufgabe wird dadurch gelöst, daß in die Oberfläche einer ebenen Materialschicht zwei nebeneinanderliegende, durch einen Steg mit geringer Breite voneinander getrennte und etwa gleich große Vertiefungen eingearbeitet sind. Die Oberfläche der Materialschicht ist zumindest über die Vertiefungen und deren Randbereiche hinweg mit einer elastischen Membran so überdeckt, daß jede Vertiefung eine geschlossene Kammer darstellt.
Die Erfindung betrifft ein aktives Mikroventil für Flüssigkeiten und Gase.



DE 195 34 137 A 1

Die Erfindung betrifft ein aktives Mikroventil für Flüssigkeiten und Gase.

In der Technik sind Mikroventile bekannt, die aus mehreren Materialschichten aufgebaut und mit Fertigungsmethoden der Halbleitertechnologie auf der Basis von Silizium hergestellt sind. Solche Ventilstrukturen enthalten in der Regel einen den Strömungskanalquerschnitt konzentrisch umfassenden, meist ringförmigen Ventilsitz, auf dem eine elastische Membran aufliegt und so den Strömungskanal verschließt. Wird die Membran durch eine geeignete Antriebseinrichtung vom Ventilsitz wegbewegt, bildet sich zwischen Ventilsitz und Membran ein Ringspalt aus, der eine Durchströmung gewährleistet; das Ventil ist geöffnet.

Da der Strömungskanal vom Ventilsitz umschlossen ist, muß er zwingend durch den Siliziumwafer hindurch verlaufen, das heißt Ein- und Auslaßöffnung des Kanalabschnittes im Wafer befinden sich auf einander gegenüberliegenden Oberflächen des Wafers. Daraus folgt, daß auch an der dem Ventilsitz gegenüberliegenden, meist unteren Seite eine den Kanal umschließende Abdeckschicht, etwa eine Glasfolie, angebracht werden muß. Nachteilig bei diesen Ventilstrukturen ist demnach, daß eine zweiseitige Bearbeitung des Wafers sowie ein zusätzlicher Fügeprozeß für die Glasmembran erforderlich sind, woraus sich ein relativ hoher Fertigungsaufwand und hohe Herstellungskosten ergeben. Weiterhin ist nachteilig, daß die konzeptionell beanspruchte Rückseite des Siliziumwafers nicht für die Integration anderer Funktionsgruppen verwendet werden kann, so daß die erzielbare Packungsdichte eingeschränkt ist.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde ein Mikroventil zu schaffen, das von einer Waferseite her definiert und somit durch einseitige Bearbeitung des Wafers herstellbar ist, das aufgrund seines raumsparenden Aufbaus gut integrierbar ist, das unkompliziert aufgebaut, in einer geringen Anzahl von Prozessschritten herstellbar ist und ein sicheres Schließen und Öffnen des Strömungsweges gewährleistet.

Die Aufgabe wird mit einer Mikro-Ventilanordnung, die im wesentlichen besteht aus einem Abschnitt eines Strömungskanals, einem Ventilsitz, einem Ventilkörper, der bei Aufliegen auf dem Ventilsitz den Strömungskanal verschließt, und einem mikromechanischen Antrieb für die Bewegung des Ventilkörpers, dadurch gelöst, daß in die Oberfläche einer ebenen Materialschicht zwei nebeneinanderliegende, durch einen Steg mit geringer Breite voneinander getrennte und etwa gleich große Vertiefungen eingearbeitet sind. Die Oberfläche der Materialschicht ist zumindest über die Vertiefungen und deren Randbereiche hinweg mit einer elastischen Membran so überdeckt, daß jede Vertiefung eine geschlossene Kammer darstellt. Die Membran ist an den Randbereichen der Vertiefungen, d. h. umlaufend um die Vertiefungen, nicht jedoch im Bereich des Steges, hermetisch mit der Materialschicht verbunden. Durch die lose Auflage der Membran auf die Materialschicht im Bereich des Steges ist die Membran über dem Steg um einen geringen Betrag abhebbar. An dieser Position ist die Membran mit dem mikromechanischen Antrieb verbunden. Jede der beiden unter der Membran als Kammern eingeschlossenen Vertiefungen ist über einen Strömungskanal von außen zugänglich.

Als Halbleiterschicht sollte vorteilhafterweise (100)-orientiertes Silizium vorgesehen sein.

Die Membran kann aus einer Glasfolie bestehen, die durch anodisches Bonden auf der Siliziumschicht befestigt ist, wobei die Bondung auf der Stegoberfläche durch geeignete Maßnahmen, z. B. durch eine lokale Siliziumoxid-Schicht, verhindert werden sollte.

Als mikromechanischer Antrieb kann ein Piezoelement vorgesehen und mit der Membran zu einer Bimorph-Struktur verbunden sein.

Die Erfindung soll nachfolgend anhand eines Ausführungsbeispiels erläutert werden. In den zugehörigen Zeichnungen zeigen

Fig. 1 einen Schnitt durch das Mikroventil im geschlossenen Zustand,

Fig. 2 einen Schnitt durch das Mikroventil im geöffneten Zustand,

Fig. 3 eine Draufsicht auf das Mikroventil.

In Fig. 1 sind in die Oberfläche einer ebenen Halbleiterschicht 1, vorteilhafterweise (100)-orientiertes Silizium, zwei nebeneinanderliegende, durch einen Steg 2 voneinander getrennte Vertiefungen 3, 4 eingearbeitet. Der Steg 2 hat eine im Verhältnis zu den Vertiefungen 3, 4 geringe Breite; die beiden Vertiefungen 3, 4 sind, ihre Ausdehnung in allen drei Koordinaten betreffend, etwa gleich groß. Die Oberfläche der Halbleiterschicht 1 ist über die Vertiefungen und deren Randbereiche 5 hinweg mit einer elastischen Membran 6 so überdeckt, daß die Vertiefung 3 wie auch die Vertiefung 4 eine geschlossene Kammer darstellt. Die Membran 6 ist an den Randbereichen 5, d. h. umlaufend um die Vertiefungen 3, 4, durch anodisches Bonden hermetisch mit der Halbleiterschicht 1 verbunden. Ausgenommen von dieser Verbindung ist der Bereich des Steges 2; hier liegt die Membran 6 lose auf der Halbleiterschicht 1 auf. Über dem Bereich des Steges 2 ist die Membran 6 mit einem Piezoplättchen 7 zu einer Bimorph-Struktur verbunden. Die unter der Membran 6 als Kammer eingeschlossene Vertiefung 3 ist über einen Strömungskanal 8, die ebenfalls als Kammer eingeschlossene Vertiefung 4 über einen Strömungskanal 9 von außen zugänglich.

Das Öffnen des Mikroventiles erfolgt durch das Anheben der Membran 6 über dem Steg 2, ausgelöst durch die Ansteuerung des Piezoplättchens 7. Durch das Anheben der Membran 6 wird über dem Steg 2 ein Spalt frei, der die Strömung einer Flüssigkeit oder eines Gases vom Strömungskanal 8 über die Vertiefung 3, den Steg 2 und die Vertiefung 4 zum Strömungskanal 9 oder umgekehrt ermöglicht; das Ventil ist geöffnet. Wird die Ansteuerung des Piezoplättchens 7 negiert, fällt die Membran 6 ab, der Spalt zwischen Membran 6 und Steg 2 wird geschlossen, der Strömungsweg ist gesperrt.

Bezugszeichenliste

- 1 Halbleiterschicht
- 2 Steg
- 3, 4 Vertiefungen
- 5 Randbereiche
- 6 Membran
- 7 Piezoplättchen
- 8, 9 Strömungskanäle

Patentansprüche

1. Mikro-Ventilanordnung, im wesentlichen bestehend aus einem Abschnitt eines Strömungskanals, einem Ventilsitz, einem Ventilkörper, der bei Aufliegen auf dem Ventilsitz den Strömungskanal verschließt, und einem mikromechanischen Antrieb für

die Bewegung des Ventilkörpers, dadurch gekennzeichnet, daß

- die Oberfläche einer ebenen Materialschicht (1), zwei nebeneinanderliegende, durch einen Steg (2) geringer Breite voneinander getrennte, etwa gleich große Vertiefungen (3, 4) eingearbeitet sind, 5
- die Oberfläche der Materialschicht (1), zumindest über die Vertiefungen (3, 4) und deren Randbereiche (5) hinweg, einschließlich des Steges (2), mit einer elastischen Membran (6) abgedeckt ist, 10
- die Materialschicht (1) und die Membran (6) an den Randbereichen (5) der Vertiefungen (3, 4) umlaufend, jedoch nicht im Bereich des Steges (2), hermetisch miteinander verbunden sind, 15
- die Membran (6) an einer Position über dem Steg (2) mit dem mikromechanischen Antrieb verbunden ist und 20
- daß jede der beiden zwischen Materialschicht (1) und Membran (6) als Kammern eingeschlossenen Vertiefungen (3, 4) über einen Strömungskanal (8, 9) von außen zugänglich ist. 25

2. Mikro-Ventilanordnung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß als Materialschicht (100)-orientiertes Silizium vorgesehen ist.

3. Mikro-Ventilanordnung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß als Membran (6) eine Glasfolie auf die Siliziumschicht aufgebondet ist. 30

4. Mikro-Ventilanordnung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß als mikromechanischer Antrieb ein Piezoelement (7) vorgesehen und mit der Membran (6) zu einer Bimorph-Struktur verbunden ist. 35

Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen

40

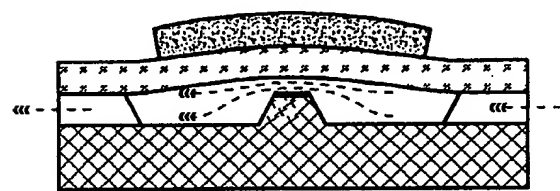
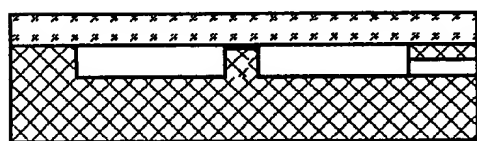
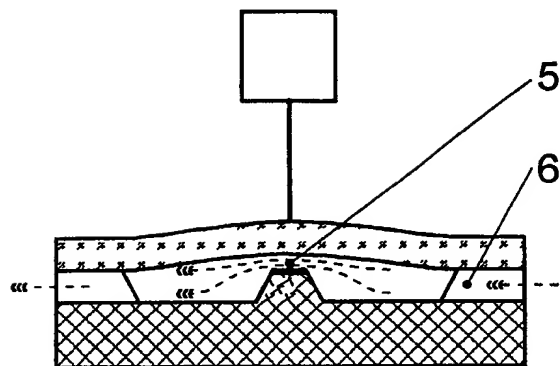
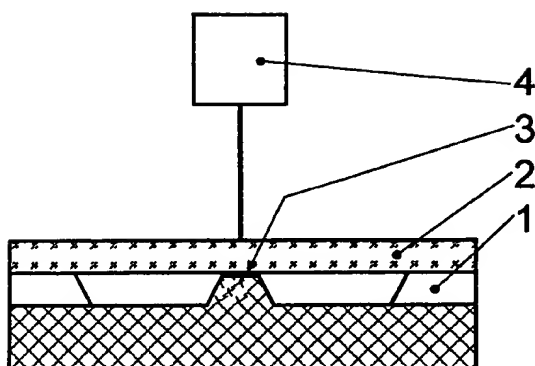
45

50

55

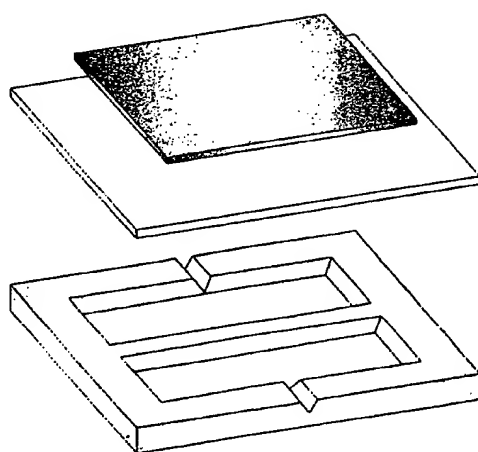
60

65



Figur 1

Figur 2



Figur 3